

水産海洋新春放談会

「沿岸海洋環境調査と環境影響評価を考える」

主催 水産海洋研究会

日 時： 昭和57年 1月13日(水)  
会 場： 東海区水産研究所 第2会議室  
コンピーナー： 辻 田 時 美 (東海大学海洋学部)  
鈴 木 秀 彌 (東海区水産研究所)

話題および話題提供者

- |                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| 1. 環境影響評価に関する海洋要素の分布と過程の観測            | 辻 田 時 美 (東海大学海洋学部)      |
| 2. 沿岸粒状物の移動様式からみた水質環境把握の問題点<br>(要録省略) | 坂 本 亘 (京都大学農学部)         |
| 3. 沿岸海洋生態系と海洋開発の影響                    | 大 方 昭 弘 (茨城県水産試験場)      |
| 4. 環境調査を進めるに当たっての問題点                  | 丹 羽 正 一 (東海大学海洋学部)      |
| 5. 討 論                                | 座 長 杉 本 隆 成 (東京大学海洋研究所) |

1. 環境影響評価に関する海洋要素の分布と過程の観測

辻 田 時 美 (東海大学海洋学部・三洋水路測量棟)

1. 現象のスケールとパターン

環境影響評価 (Environmental Impact Analysis); 略して EIA と書く) を目的として海洋の諸要素や過程を観測する場合、その目的から明らかに知られるように、観測でとらえる現象は多くの場合にまずその時空間分布を探ることから始められる。水質、プランクトンなどの調査のため採水や採集をする場合には、まずデータ解析の方法を明確にしておいて、その方法で極力正確、迅速に解析し、現況から更に予測へと踏込んでゆく作業過程がある。

このような EIA のための調査とデータ処理など影響評価の準備段階で、データの性質と解析、すなわち、まとめの方法において要求されるものとデータがもっている情報とがよく合致するかどうか、などは重要な意味もっている。

ひとつの例として、海洋環境要素の時空間分布のスケールと、われわれの研究の発展段階で用いられる要素分

布に関するスケールの認識の現状をとりあげて、海洋環境の物理現象と、非保存成分のなかで水質や物質循環と関係の深いプランクトンの分布の問題を提起したい。

A 海洋における非正常過程の分類 (MONIN, A. S., KAMENKOVICH, V. M. and KORT, V. G., 1976)

(1) Small-scale phenomena

1秒から数十秒の現象で、海表面の波、乱流、海中の鉛直構造の発達過程。

(2) Meso-scale phenomena

数時間から1日までの時間の現象、例えば潮汐など。

(3) Synoptic variability

数日から数カ月の期間の現象、例えば主なものとして 100 km 程度の大きさをもつ渦動の非周期的形成など。

(4) Seasonal variation

顕著な例がインド洋の貿易風や高緯度帯によく

みられ、表面水温が著しく年変化する海域では、厚い上層の混合層の大きな季節変化が観測され、水温躍層の深さが大きく変動することが知られている。

(5) Year-to-year variability

例えば、約 3.5 年の周期をもつ湾流 (Gulf Stream) の北方枝流の自己振動、太平洋の東部熱帯海域における El Niño 現象 (quasi-two-year) などがあげられる。

(6) Secular variability

数十年内の周期で気候の長年変化と関連している。例えば北極における数度の温暖化、あるいは低緯度地方の微弱な寒冷化などがあげられ、特に明瞭な例は北半球の高緯度において今世紀の前半に最も顕著な暖冬があった。

(7) Century-to-century variability

100 年あるいはそれ以上の長い周期で、気候が変動する現象と関連している。

われわれが今日問題としている海の EIA の場合には、前記の海の物理現象のなかで (1) から (5) までの変動、後述する環境大要因と直接関連している物理現象のスケールが重要な意味をもっている。

先に若干ふれた水質変化あるいは物質循環と関係の深いプランクトンの分布の時空間スケールについては、次のようなスケールパターンの類型が最近論じられるようになった。

B 海洋におけるスケールパターンの類型 (HAURY, L. R., MCGOWAN, J. A. and WIEBE, P. H., 1977)

(1) Mega-scale

3,000 km またはそれ以上の広がりをもつ現象で、例えば北太平洋の亜寒帯の低気圧性環流 (cyclonic gyre)。

(2) Macro-scale

1,000 km から 3,000 km 規模の現象で、太平洋赤道帯の海流システムの中心部分の帯状構造や東部熱帯太平洋のコスタリカ・ドーム (Costa Rica Dome) などがあげられる。

(3) Meso-scale

100 km から 1,000 km 規模の現象で湾流の冷水中心リング (Gulf Stream cold core ring) はこの例とされる。大陸棚斜面などにみられる。

(4) Coarse-scale

1 km から 100 km の規模で現われる現象で、plume-type の湧昇や沖合海洋前線 oceanic fron-

tal zone などが例としてあげられる。

この程度の現象スケールから EIA の関連が出てくる。

(5) Fine-scale

数 m から数 100 m の範囲の海象にみられ、プランクトンのパッチ状分布と深い関係があり、EIA の調査にとっては特に重要な力学的環境を現わす過程に相当する。

(6) Micro-scale

1 cm から 1 m 範囲の規模の現象で、プランクトンの微細分布に関与する力学的環境スケールとして重要である。

以上のうち特に (5) と (6) のスケールパターンについては、プランクトンの微細分布が不連続分布すなわちパッチ状分布であることが明らかとなるにつれて、その機構に関連して Langmuir circulation (あるいは Stommel model) を中心とする理論の展開、あるいは Kierstead-Slobodkin model (Kierstead-Slobodkin のパッチ長臨界値説) など、物理的、生化学的要因の他に日周活動の影響など純生物学的要因が論議の対象となってきた。このような諸種の要因は field study の精度に関連する課題である。

以上、海洋環境調査における現象のパターンに種々の時空間スケールがあることを示した。これは各種の目的で行われる海洋調査の実施計画に関連する問題で、特に水質や生物調査を実施する場合における測点間の距離や観測の時間間隔をどのくらいに取ればよいか、という問題と深い関係がある。すなわち、観測の計画と解析、まとめの場合に必要な理論の導入を試みる場合の判断材料として大きな意味をもってくる。

EIA は生物現象であれ、水質変化であれ、時間空間の要素無しには成り立たないことであり、その場合に物質、プランクトンの分布過程に関連する現象として、物理と生物現象の種類とそれらの空間の大きさ、持続時間などは物質の分布、時間経過などを取入れた影響評価には不可欠の要素である。

現在要求されている EIA に関する環境調査は、これを漁業資源の変動の予測調査と比較すると短期の予測とみてよかろう。例えば前記物理現象と非保存成分分布に関するパターン・スケールからみると、生物現象ではプランクトン類については micro-scale, fine-scale から coarse-scale などが関心の対象となり、魚類については coarse-scale, meso-scale および macro-scale の範囲を対象に考えておけばよかろう。

物理現象では small-scale, meso-scale, synoptic な現象が EIA の対象として取上げる範囲とみてよかろう。

海洋の諸成分の分布（濃度、密度の高低など）を具体的に説明するために用いられる現象のパターンとそのスケールは、保存成分の場合と非保存成分の場合（生物現象と関連）とではかなり異なった時空間の測定尺度で扱われるから、非保存成分の変動過程を解析して時空間分布を予測することは容易でない。

このことは EIA に当たっては多分野総合解析 multi-disciplinary analysis が必要であることを考えると、前記のようにパターンのスケールが異なる物理現象と生物現象とをどのように組み合わせるべきかを総合的に解析に持ち込むか、更に研究を深めねばならないであろう。

例えばネクトン類のバイオマスの分布変動を予測するためには時系列分析が出来るようなデータの集積が必要であるとともに、生物学的な変動のパラメーターを三次元のグラフで表わす方法として Stommel Diagram 導入など、EIA のより充実を図るための方法論の確立に向かって研究が進められることが必要と思われる。

## 2. 観測結果の解析における理論導入の限界

非保存成分(生物学的変化率を入れて処理される成分)の変化には生物活動における生体と環境の相互作用による物質循環過程が関与することはよく知られているが、水の成分特に栄養塩類、溶存酸素、DOM、POM などあるいはまた生態系の生産力の基盤となっている植物プランクトンはどのような変動をするか、その理論は RILEY, G.A. (1947) によれば次のような式で表わされる。

$$\frac{\partial P}{\partial t} = P \left[ \frac{pI_0'}{kz} (1 - e^{-kz}) ((1-N)(1-V) - R_0 e^{rT} - gZ) \right]$$

この式で、 $P$  は植物プランクトンの密度（ただし、炭素の重量を  $g/m^3$  で示す）； $p$  は光合成常数（平均太陽輻射のもとにおける 1 日当たり炭素 1g 相当の植物プランクトンが生産する炭素量で  $g$  で表わす）； $I_0$  は日々の平均太陽輻射の入射率で  $g \cdot cal/cm^2/min$ ； $k$  は水中における光の消散係数； $z$  は栄養層最大の深度で光の強さが  $0.0015 g \cdot cal/cm^2/min$  に相当する深度； $(1-N)$  は海水中の栄養塩含有量が

減少することによって起こる光合成速度の低下率； $(1-V)$  は海水の鉛直混合によるプランクトンの密度低下に伴ない光合成率の低下する割合； $R_0$  は植物プランクトンの温度  $0^\circ C$  における呼吸率； $r$  は水温によって呼吸率が変化する割合； $T$  は海水温 ( $^\circ C$ )； $g$  は動物プランクトンの単位量が捕食するために起こる植物プランクトンの減少割合（捕食率）； $Z$  は海水  $1 m^3$  に含まれる動物プランクトンの全重量（炭素量で表わす）。

この式でも明らかのように、ある地点のある層における植物プランクトン量は少なくとも上記の式の各項に含まれる 12 の要因によって決まる、と考えることが出来る。これらのうち太陽光線の入射量、海水の光消散係数、栄養塩類、混合層の深さ、水温、動物プランクトン量などは海洋調査計画に組み込んで測定することが出来るが、 $(1-N)$ 、 $(1-V)$ 、あるいは  $R_0$ 、 $r$ 、 $g$ （捕食率）などは実験を行って得た値を用いなければならない。このように観測値と実験値を組み合わせるためには、予め多くの生理生態実験を行って種々の実験値を用意しておくという方法も考えられる。

しかし、EIA を目的とするプランクトン調査ではその時間的変化の測定までは採用されていないから、多くの場合に水温変化、栄養塩類の分布状況、溶存酸素の現況、あるいはプランクトンの種多様性指数がもたらす情報などによって推測がなされている。

このように理論と観測結果の解析との統一には多くの未処理の課題が残されている。

## 文 献

- HAURY, L.R., J.A. MCGOWAN and P.H. WIEBE (1977) Patterns and processes in the time-space scales of plankton distributions, *In*, Spatial Pattern in Plankton Communities, ed. J.H. STEELE, Plenum Press, New York, 277-327.
- MONIN, A.S., V.M. KAMENKOVICH and V.G. KORT (1977) Variability of the Oceans, John Wiley & Sons, New York, 241 pp.
- RILEY, G.A. (1947) Seasonal fluctuations of the phytoplankton population in New England coastal waters. *J. Mar. Res.*, **6**, 114-125.
- STOMMEL, H. (1963) Varieties of oceanographic experience. *Science*, **139**, 572-576.